



## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL

“Eficiencia de las plantas *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* para la  
remoción de cadmio de las aguas del río Surco, 2016”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Diego Alonzo Pozo Yovera.

ASESOR:

Mg. Elmer Benites Alfaro.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2016

## JURADO EXAMINADOR

---

PRESIDENTE

---

SECRETARIO

---

VOCAL

## **DEDICATORIA**

Tengo el orgullo de dedicar el producto de esta investigación a mi familia, a mi padre, mis hermanas y, de forma muy especial, a mi madre María Rosa Yovera Reyes.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su amor eterno, por cada día de vida, y por las bendiciones que me ha dado.

A toda mi familia; a mi papá, a mi mamá y a mis hermanas; por cada día compartido, por cada enseñanza, por cada consejo y por cada ayuda que me han brindado y sé que me brindarán siempre, y siempre podré confiar en ellos.

A Universidad por permitirme convertir en un profesional en la carrera que me apasiona; a todos los maestros que he tenido en todo este tiempo de aprendizaje, muchas gracias.

A los docentes que han colaborado para que pueda culminar esta investigación, al Mg. Elmer Benites Alfaro, Mg, Wilber Quijano Pacheco y al Dr. Eloy Cuellar Bautista.

A todos aquellos que con su ayuda han hecho posible este trabajo.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Diego Alonzo Pozo Yovera, con DNI N° 45915368, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la universidad César Vallejo, facultad de ingeniería, escuela de ingeniería ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad César Vallejo.

Lima, 11 de julio del 2016.

---

**Diego Alonzo Pozo Yovera**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “EFICIENCIA DE LAS PLANTAS *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* PARA LA REMOCIÓN DE CADMIO DE LAS AGUAS DEL RÍO SURCO, 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental.

Diego Alonzo Pozo Yovera.

## Índice

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Trabajos previos .....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	9
1.4. Formulación del problema.....	16
1.4.1. Problema General.....	16
1.4.2. Problemas Específicos .....	16
1.5. Justificación del estudio .....	17
1.6. Hipótesis .....	19
1.6.1. Hipótesis General .....	19
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	19
1.7. Objetivo.....	20
1.7.1. Objetivo General.....	20
1.7.2. Objetivos Específicos .....	20
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>21</b>
2.1. Diseño de investigación .....	21
2.2. Variables, operacionalización.....	21
2.2.1. Variable Independiente:.....	21
2.2.2. Variable Dependiente: .....	21
2.2.3. Operacionalización de variables .....	22
2.3. Población y muestra .....	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	23
2.4.1. Técnicas.....	23
2.4.2. Instrumento de recolección de datos .....	23
2.4.3. Procedimiento.....	23
2.4.4. Validez y confiabilidad .....	27
2.4.5. Métodos de análisis de datos .....	27

<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
3.1. Número de hojas de las plantas.....	28
3.2. Longitud de las raíces de la planta .....	30
3.3. Peso húmedo de la especie vegetal .....	32
3.4. Concentración de cadmio.....	34
3.5. Características físico químicas .....	38
3.6. Método estadístico .....	42
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VII. REFERENCIA .....</b>	<b>47</b>
Referencias Bibliográficas .....	47
Anexos.....	52
Anexo N° 1: Registro fotográfico .....	52
Anexo N° 2: Matriz de consistencia.....	59
Anexo N° 3: Ficha de recolección de datos .....	52
Anexo N° 4: Informe de opinión de expertos de instrumento de investigación.....	60
Anexo N° 5: Formatos de cadena custodia y etiquetas de muestras.....	70
Anexo N° 6: Informes de ensayo.....	72
Anexo N° 7: Estándar de calidad ambiental para agua DS N°015-2015-MINAM....	81



## RESUMEN

Se evaluó la eficiencia de dos plantas acuáticas flotantes *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en la remoción de cadmio presente en las aguas del río Surco. Se tuvo que acondicionar un lugar al aire libre dentro de una vivienda para poder albergar los recipientes en los cuales las plantas realizarían el tratamiento del agua durante 20 días. Cada especie vegetal representó un tratamiento distinto; cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Se midió las concentraciones de cadmio antes y después del tratamiento. El análisis inicial se realizó mediante la técnica de espectrometría de emisión con plasma inducido (ICP), para determinar si a parte de cadmio había presencia de otros metales por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la categoría correspondiente a riego; los análisis posteriores se realizaron mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica (EAA), que sirvió para determinar qué cantidad de cadmio fue removido por los diferentes tratamientos. El objetivo fue determinar que planta es más eficiente en la remoción de cadmio de las aguas a tratar. Durante el periodo del tratamiento la especie *Eichhornia crassipes* presentó un desarrollo superior a la especie *Pistia stratiotes*, llegando a mejorar las características iniciales del agua. Al finalizar el periodo de tratamiento los resultados permiten concluir que la eficiencia de remoción de cadmio por la especie *Eichhornia crassipes* fue de 68% y la eficiencia de remoción de cadmio por *Pistia stratiotes* fue de 67%.

**Palabras claves:** Plantas acuáticas, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, remoción de cadmio

## ABSTRACT

The efficiency of two floating aquatic plants *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* in removing cadmium in the waters of the river Surco was evaluated. I had to put a place outdoors within a housing to house the containers in which plants would perform water treatment for 20 days. Each plant species represent a different treatment; each treatment had three replicates. Cadmium concentrations was measured before and after It treatment. The initial analysis was performed using the technique of emission spectrometry with induced plasma (ICP) to determine if a part of cadmium had the presence of other metals above the Environmental Quality Standards (ECA) for water in the category for irrigation; subsequent analyzes were performed using the technique of atomic absorption spectrometry (AAS), which served to determine that amount of cadmium was removed by the different treatments. The goal was to determine which plant is more efficient in removing cadmium from the water to be treated. During the treatment period *Eichhornia crassipes* species presented a higher than species *Pistia stratiotes* development, reaching enhance the initial characteristics of water. At the end of the treatment period the results show that the removal efficiency of cadmium *Eichhornia crassipes* the species was 68% and the removal efficiency of cadmium per *Pistia stratiotes* was 67%.

**Keywords:** Aquatic plants, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, removal of cadmium